

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09234630 A**(43) Date of publication of application: **09 . 09 . 97**

(51) Int. Cl.

**B23H 5/00**(21) Application number: **08069055**(22) Date of filing: **29 . 02 . 96**(71) Applicant: **KAYABA IND CO LTD**(72) Inventor: **NAKADA ETSURO  
YOSHIMURA NAOYUKI**(54) **GRINDING DEVICE AND GRINDING METHOD**

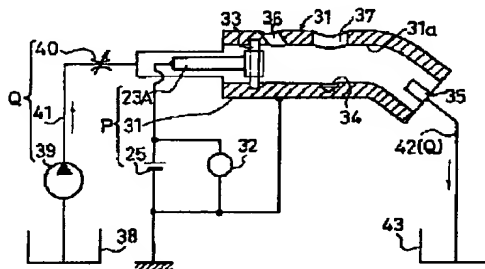
eliminated.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To efficiently and surely perform grinding and deburring irrespective of the shape of a surface to be machined by providing an electric field generating means for generating an electric field exposed to the machined surface of an article to machined and causing an electric viscous fluid placed in the generated electric field to flow at least in contact with the machined surface.

**SOLUTION:** A grinding device includes an electrode 23A for exposing an electric field to the machined surface 31a of an article 31 to be machined and a power source 25, the article 31 is, for instance a bent tube elliptic in section having a ring groove 33 in its inner periphery and the electrode 23A is disposed oppositely to the vicinity of this ring groove 33. For machining, a voltage is applied from the power source 25 between the electrode 23A and the article 31 and when an electric viscous fluid is supplied into the bent tube by a pump 39, a cluster is produced between the article 31 and the electrode 23A. This cluster grinds the inner surface of the article 31 following the flow of the electric viscous fluid and at this time, the burrs of the ring groove 22, a bored hole 34, an axial direction groove 35, a slope hole 36 and a horizontal hole 37 are



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-234630

(43) 公開日 平成9年(1997)9月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 3 H 5/00

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 3 H 5/00

技術表示箇所

F

審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-69055

(22) 出願日 平成8年(1996)2月29日

(71) 出願人 000000929

カヤバ工業株式会社

東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル

(72) 発明者 中田 悦郎

東京都港区浜松町二丁目4番1号 世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内

(72) 発明者 吉村 直行

東京都港区浜松町二丁目4番1号 世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内

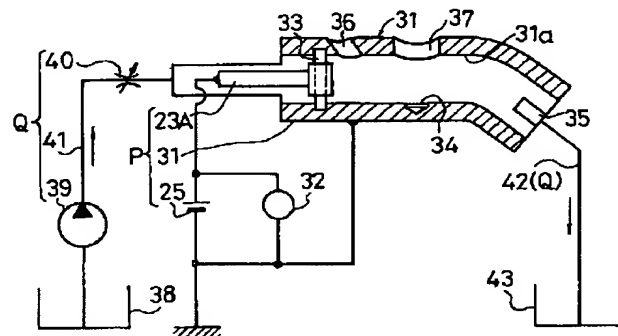
(74) 代理人 弁理士 天野 泉

(54) 【発明の名称】 研磨装置及び研磨方法

(57) 【要約】

【課題】 加工面の形状のいかに拘らず、また、導電性材料や非導電性材料の区別なく、能率的かつ確実に研磨、バリ取りなどを実現可能にする。

【解決手段】 加工物31の加工面31aに晒す電場を発生する電場発生手段Pを設け、電場発生手段Pが発生する電場中に置かれた電気粘性流体を、流体流動手段Qにより、少なくとも上記加工面31に接触するように流動させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加工物の加工面に晒す電場を発生する電場発生手段と、該電場発生手段が発生する電場中に置かれた電気粘性流体を少なくとも上記加工面に接触するように流動させる流体流動手段と、を備えた研磨装置。

【請求項 2】 上記電場発生手段を流れる電流値にもとづいて上記加工物の加工面における表面粗度を判定する粗度判定手段を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

【請求項 3】 上記加工物の加工面を通過した電気粘性流体を介在する二つの検出電極間に電圧を印加しこれらの両検出電極間に流れる電流値にもとづいて上記電気粘性流体に含まれる上記加工物の加工粉の混入状況を測定する加工粉混入状況測定手段を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

【請求項 4】 上記加工物の加工面を通過する電気粘性流体に混入した上記加工物の加工粉を回収する加工粉回収手段を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

【請求項 5】 上記加工物が上記電場発生手段を構成する電場発生のための少なくとも一方の電極であることを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

【請求項 6】 上記電場発生手段を構成する電場発生のための少なくとも一方の電極が上記加工物の研磨形状に対応する形状とされていることを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

【請求項 7】 上記電気粘性流体が無機質系分散粒子をベースオイルに分散させたものであることを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

【請求項 8】 上記電気粘性流体が高分子系分散粒子をベースオイルに分散させたものであることを特徴とする請求項 1 に記載の研磨装置。

【請求項 9】 電場発生手段が発生する電場中に置かれた電気粘性流体を流動させこの電気粘性流体に含まれる分散粒子を砥粒としてその電気粘性流体に接触する加工物を研磨する研磨方法。

【請求項 10】 上記加工物の異なる複数の部位を同時に研磨する請求項 9 に記載の研磨方法。

【請求項 11】 上記電場を発生する二つの電極間または一つの電極および加工物の間に印加する電圧を可変とすることを特徴とする請求項 9 に記載の研磨方法。

【請求項 12】 上記加工物の加工面を通過する電気粘性流体の流動流量を可変とすることを特徴とする請求項 9 に記載の研磨方法。

【請求項 13】 上記加工物に二以上の異なる研磨加工を同時に開始し上記加工物の各表面粗度の測定結果にもとづいて上記電場発生のための各印加電圧をコントロールして、上記研磨加工を同時に終了することを特徴とする請求項 11 に記載の研磨方法。

【請求項 14】 上記加工物に二以上の異なる研磨加工

を同時に開始し上記加工物の各表面粗度の測定結果にもとづいて上記電気粘性流体の流動流量をコントロールして上記研磨加工を同時に終了することを特徴とする請求項 11 に記載の研磨方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、流体中に分散させた微小な砥粒を用いて加工物の精密研磨を実施するための研磨装置および研磨方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、マイクロマシンといわれる小形機械、航空宇宙分野で使用される精密機械、電子デバイス等においては、寸法の小ささ、形状の複雑さ、表面粗度や幾何公差の精度の高さ等が要求され、そのための精密研磨法が必要となる。

【0003】 そして、かかる精密研磨法が、例えば、黒部利次外著に係る「電気泳動現象利用による表面研磨（精密光学会誌、Vol. 52 No. 3 1986 P547）」に開示されている。

【0004】 これによれば、図 10 に示すように、酸化ケイ素やアルミナの微粒子 1 を容器 5 内の液体 2 中に分散させ、電極 3、4 に正負の電圧を印加して電場を印加すると、電気泳動現象が現れ、微粒子 1 が一方の電極 3 に引きつけられて粒子吸着層ができる。

【0005】 この状態で両電極 3、4 を相対的に滑らせると、一方の電極 3 または両方の電極 3、4 の表面が分散粒子によって削られ、滑らかな平面が得られる。つまり、加工物を一方の電極に設定すれば、望みの研磨面が得られる。

【0006】 この電気泳動による研磨装置と加工原理について説明すると、図 11 は、この研磨装置を示す概念図であって、容器 11 内には加工液 12 が入っており、容器 11 の底部には対向工具面 13 が設けられている。

【0007】 また、加工液 12 中に試料ホルダ 14 が設置されており、試料ホルダ 14 の対向工具面 13 側に加工物 15 が取り付けられている。容器 11 と試料ホルダ 14 は回転しており、電源 16 からブラシ 17 を介して電圧 V が加えられている。

【0008】 この場合の加工原理を図 12 に示すが、この図では、加工物 15 をプラスの電極とし、対向工具面 13 をマイナスの電極とし、加工液 12 中の粒子 12a がマイナスに帯電しているものとしている。

【0009】 これによれば、粒子 12a は、加工物 15 側に引き寄せられ、この状態で加工物 15 を対向工具面 13 に対して相対的に滑らせると、粒子 12a は、加工液 12 の流動抵抗のために、移動する加工物 15 について行けず、粒子 12a と加工物 15 との間で滑りが発生する。この時の粒子 12a は、砥粒であり、加工物 15 の表面を磨く。

【0010】 なお、図 12 では粒子 12a がマイナスに

帯電している場合を示したが、帯電は粒子 1 2 a の材種と加工液 1 2 の誘電的性質によってきまるため、符号は固定されたものではない。

【 0 0 1 1 】図 1 3 は、電気泳動による研磨装置の他の従来例を示す概念図であるが、これによれば、容器 1 1 内には加工液 1 2 が入っており、容器 1 1 の底部には対向工具面 1 3 が設けられている。

【 0 0 1 2 】また、加工液 1 2 中に試料ホルダ 1 4 が設置されており、試料ホルダ 1 4 の対向工具面 1 3 側に加工物 1 5 が取り付けられている。試料ホルダ 1 4 は対向工具面 1 3 側に移動可能になっている。

【 0 0 1 3 】容器 1 1 中にマイナスの電極 1 8 が設けられており、試料ホルダ 1 4 側は実質的にマイナス側となるように設定されている。容器 1 1 と試料ホルダ 1 4 は回転しており、容器 1 1 の底部の対向工具面 1 3 は電源 1 6 からブラシ 1 7 を介して電圧 V が加えられている。

【 0 0 1 4 】この場合の加工原理を図 1 4 に示すが、この図では、加工物 1 5 をマイナスの電極、対向工具面 1 3 をプラスの電極、加工液 1 2 中の粒子 1 2 a がマイナスに帯電しているものとしている。

【 0 0 1 5 】このため、粒子 1 2 a は、対向工具面 1 3 側に引き寄せられ、この状態で加工物 1 5 を対向工具面 1 3 側に押しつけ、かつ、相対的に滑らせると、粒子 1 2 a は、対向工具面 1 3 にくっついており、かつ加工液 1 2 中にあるので、その流動抵抗のために、移動する加工物 1 5 について行けず、粒子 1 2 a と加工物 1 5 との間で滑りが発生する。この時の粒子 1 2 a は、砥粒であり、加工物 1 5 の表面を磨くことになる。

【 0 0 1 6 】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、かかる従来の研磨装置のうち、図 1 1 に示すものにあつては、加工物 1 5 と砥粒間の相対滑りによって研磨が行われ、この滑りの程度を決定するのが、粒子 1 2 a と加工液 1 2 との間に作用する抵抗力である。

【 0 0 1 7 】しかし、本質的にその抵抗力を加工物 1 5 と粒子 1 2 a との間に働く力ほど大きくすることができず、従って、研磨速度が遅くなったり、十分な研磨ができない場合があるなどの課題があった。

【 0 0 1 8 】一方、図 1 3 に示すものにあつては、粒子 1 2 a は対向工具面 1 3 にくっついていて、粒子 1 2 a と加工物 1 5 との間には十分に大きな滑りが得られるものの、粒子 1 2 a と加工物 1 5 を安定して接触させることがむずかしい。

【 0 0 1 9 】また、対向工具面 1 3 にくっついていて粒子 1 2 a の数や形態は必ずしも一様ではなく、従って、図 1 4 に示す、加工物 1 5 と対向工具面 1 3 間の距離 h を一定にしても、加工物 1 5 に接触する粒子 1 2 a の数は加工物 1 5 の表面全体にわたって一様ではない。

【 0 0 2 0 】従って、全体の研磨速度を遅くしたり、場合によっては、場所による研磨程度にアンバランスを生

じるなどの課題があった。

【 0 0 2 1 】また、上記研磨装置によるいずれの研磨方法においても、加工物 1 5 と対向工具面 1 3 との間に相対運動を与える必要があるため、研磨面が必然的に平面になり、円筒内面や溝側面の加工が難しく、さらに、凹凸部、曲面、入口の狭い容器の内面や異形断面等の研磨加工ができないという課題があった。

【 0 0 2 2 】さらに、隅部・角部のバリ取り、エッジの加工などの部分研磨ができず、加工物 1 5 を研磨装置内に入れなければならないので、大きなものが加工できず、一方、小さいものには精密な装置が要求され、高価になるなどの課題があった。

【 0 0 2 3 】この発明は、上記のような従来の課題を解決するものであり、加工物に機械的な運動を与えずに、加工物の内面、外面、端面、曲面、入口の狭い容器の内面、異形断面内外面などの任意の面の研磨や、隅部、角部のバリ取りやエッジの加工を実現でき、加工物の大きさの制限なく、部品単体でも、組立後でも所期の研磨加工を容易かつ確実に実施できる研磨装置および研磨方法を提供することを目的とする。

【 0 0 2 4 】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、請求項 1 の発明にかかる研磨装置は、加工物の加工面に晒す電場を発生する電場発生手段を設け、該電場発生手段が発生する電場中に置かれた電気粘性流体を流体流動手段により少なくとも上記加工面に接触するように流動させるようにしたものである。

【 0 0 2 5 】請求項 2 の発明にかかる研磨装置は、上記電場発生手段を流れる電流値にもとづいて上記加工物の加工面における表面粗度を判定する粗度判定手段を設けたものである。

【 0 0 2 6 】請求項 3 の発明にかかる研磨装置は、上記加工物の加工面を通過した電気粘性流体を介在する二つの検出電極間に電圧を印加し、両検出電極間に流れる電流値にもとづいて上記電気粘性流体に含まれる上記加工物の加工粉の混入状況を測定する加工粉混入状況測定手段を設けたものである。

【 0 0 2 7 】請求項 4 の発明にかかる研磨装置は、上記加工物の加工面を通過する電気粘性流体に混入した上記加工物の加工粉を回収する加工粉回収手段を設けるとしたものである。

【 0 0 2 8 】請求項 5 の発明にかかる研磨装置は、上記加工物を、上記電場発生手段を構成する電場発生のための少なくとも一方の電極とするようにしたものである。

【 0 0 2 9 】請求項 6 の発明にかかる研磨装置は、上記電場発生手段を構成する電場発生のための少なくとも一方の電極を、加工物の研磨形状に対応する形状としたものである。

【 0 0 3 0 】請求項 7 の発明にかかる研磨装置は、上記電気粘性流体を、無機質系分散粒子をベースオイルに分

散させたものとしたものである。

【0031】請求項8の発明にかかる研磨装置は、上記電気粘性流体を、高分子系分散粒子をベースオイルに分散させたものとしたものである。

【0032】請求項9の発明にかかる研磨方法は、電場発生手段が発生する電場中に置かれた電気粘性流体を流動させ、この電気粘性流体に含まれる分散粒子を砥粒としてその電気粘性流体に接触する加工物を研磨するようにしたものである。

【0033】請求項10の発明にかかる研磨方法は、上記加工物の異なる複数の部位を同時に研磨するようにしたものである。

【0034】請求項11の発明にかかる研磨方法は、上記電場を発生する二つの電極間または一つの電極および加工物の間に印加する電圧を可変とするものである。

【0035】請求項12の発明にかかる研磨方法は、上記加工物の加工面を通過する電気粘性流体の流動流量を可変とするようにしたものである。

【0036】請求項13の発明にかかる研磨方法は、上記加工物に二以上の異なる研磨加工を同時に開始し、上記加工物の各表面粗度の測定結果にもとづいて上記電場発生のための各印加電圧をコントロールして、上記研磨加工を同時に終了させるようにしたものである。

【0037】請求項14の発明にかかる研磨方法は、上記加工物に二以上の異なる研磨加工を同時に開始し、上記加工物の各表面粗度の測定結果にもとづいて上記電気粘性流体の流動流量をコントロールして、上記研磨加工を同時に終了させるようにしたものである。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を図について説明するが、本発明は、従来の電気泳動を利用するものとは異なり、電気粘性流体を用いて種々の形状、部位の研磨を行おうとするものであり、以下に、この電気粘性流体による研磨方法の原理を図2および図3について説明する。

【0039】上記電気粘性流体は、図2に示すように、分散媒としての絶縁性のベースオイル21に分散質としての微小な粒子22を分散させたものである。この電気粘性流体を介在する二つの電極23、24間に、図3に示すように、電源25から電圧を印加すると、この図に示すような微小な粒子22のつながりができ、これがクラスターと呼ばれる。

【0040】電圧印加を止めると、クラスターはちぎれ、粒子22がもとのバラバラの状態に戻る。クラスターができると、これが流れの抵抗となり、電圧のオン/オフにより流動抵抗を変化させることができることから、電気粘性流体と呼ばれる。クラスターの結合力は、加える電圧の大きさによって変化させることができる。

【0041】また、図3において、2枚の電極23、24間に電圧を印加したまま、電気粘性流体に圧力PAを

負荷した場合を考える。その圧力PAが粒子22と電極23、24間の結合力を超える圧力以上になると、粒子22は電極表面を滑り始める。

【0042】この時、粒子22は、各電極23、24の表面を削る形になる。この発明は、この特性を利用したものであり、粒子22と電極23、24間の結合力は、印加電圧によって変更できるので、好みの削り方の研磨ができる。

【0043】図1は、この発明の実施の一形態を示す研磨装置の概念図であって、この研磨装置は、基本的に研磨すべき加工物31の加工面31aに電場を晒す電極23Aと電源25とを有し、電極23Aは、電源25のプラス側に接続され、マイナス電極を兼ねる加工物31は、電源25のマイナス側に接続されている。

【0044】ここで、上記電源25、電極23Aおよび加工物31は、電場発生手段Pを構成している。なお、32は電圧計である。

【0045】また、上記加工物31は、例えば、楕円断面の曲管であり、これが内周にリング溝33を有し、上記リング溝33付近に対向するように、上記電極23Aが配置されている。

【0046】また、上記曲管は、座ぐり穴34および軸方向溝35を有し、さらに内外に貫通する斜め孔36および横孔37を有するような場合でも良く、この場合には、図示を省略するが、それぞれに必要な電極が配置される。

【0047】また、38は、電気粘性流体を収容した第1のタンク、39は、第1のタンク38から汲み上げた電気粘性流体を上記加工物31としての曲管内の一端に圧送するポンプ、40は、その電気粘性流体を供給する通路41の途中に設けられたバルブである。ここで、ポンプ39、バルブ40および通路41、42は、流体流動手段Qを構成している。

【0048】さらに、43は、上記曲管の他端から通路42を通じて送出される電気粘性流体を受ける第2のタンクである。

【0049】かかる構成になる研磨装置では、上記電極23Aおよび加工物31間に電源25から電圧を印加し、さらに、上記ポンプ39によって曲管内に電気粘性流体を送り込むと、この加工物31と電極23Aとの間に図3に示すようなクラスターが発生する。

【0050】そして、このクラスターは、電気粘性流体の流れに従って、曲管である加工物31の内面（加工面）を滑るように研磨していき、このとき、各リング溝33、座ぐり穴34、軸方向溝35、斜め孔36および横孔37の角部のバリも同時に除去される。

【0051】なお、このとき上記斜め孔36や横孔37内に電極（図示しない）を設置するとともに、これらから第2のタンク43に至る流路を構成することで、これらの各孔36、37の研磨も同時または独立して実施す

ることができる。

【0052】また、図4の研磨装置において、加工物31Aとともに電圧が印加される電極23Bを上記加工物31とともに研磨が必要となる相手部品としてもよい。

【0053】この場合には、製品機能上相互に対応する相手部品を同時に加工できる、すなわち、これらの各加工物31および加工物31Aである電極23Bは、上記クラスターによって同時に研磨される。

【0054】図5は、この発明の実施のさらに他の形態を示すもので、円筒状の加工物31Bの中心軸線上に電極23Cを設置して、この電極23Cと加工物31Bとの間に電圧を印加するようにしたものである。また、電源25と電極23Cとを結ぶ電気回路の途中に、電流計46を含む粗度判定手段45を接続したものである。

【0055】この形態によれば、電圧印加時に流れる電流値を上記電流計で観察し、加工物31B内面の加工精度を判定することができる。すなわち、上記と同様の研磨動作中において、上記内面が平滑化していくと、この内面でのクラスターの粒子22との接触条件が変化し、上記電極23Cに流れる電流値が変化する。

【0056】従って、図6に示すような内面粗度と上記電流値との対応関係（特性）を予め調べておくことにより、これを基準データとして設定電流値に対応する目標の粗度を迅速かつ確実に達成できる。

【0057】ところで、加工物31Bからの電気粘性流体を第2のタンク43に回収して再使用しようとする場合や研磨加工の継続中には、流動する電気粘性流体の中には研磨粉やバリなどの加工粉が混入する。

【0058】この加工粉が導電性の物質である場合には、この加工粉を介して電流回路が形成され、所望の電圧を印加できなくなる場合がある。従って、これらの加工粉は上記内面粗度を電流値にもとづいて検出しようとする場合に、検出誤差発生の原因となる。

【0059】そこで、このような不具合を解消すべく、この発明では加工粉の混入状況を測定し、その結果に応じて加工粉を除去するようにしている。

【0060】図7は、このような機能を備えた研磨装置を示す概念図であり、図3について説明したものと同一の構成部分には同一符号を付して、その重複する説明を省略してある。

【0061】51、52は、通路41から分岐した分岐通路で、ポンプ39から送出される電気粘性流体を加工物31の一端およびこの加工物31の横孔37の一端にそれぞれ供給可能にしている。

【0062】40A、40Bは、各分岐通路51、52の途中に設けた流量調整用のバルブ、25A、25Bは電源で、電源25Aは、粗度判定手段45Aを介して電極23Dおよび工作物31C間に電圧を印加しており、電源25Bは、横孔37内に挿入された電極23Eおよび工作物31C間に粗度判定手段45Bを介して電圧を

印加している。なお、32A、32Bは電圧計、46A、46Bは電流計である。

【0063】また、上記加工物31の流体出口側には加工粉混入状況測定手段53が設けられている。これは、その流体出口側の通路42を挟む一对の検出電極54、55と、これらの検出電極54、55間に電圧を供給する電源25Cと、上記検出電極54、55間に流れる電流を検出して加工粉の流入量を測定する電流計46Cと、電圧計32Cとからなる。

【0064】さらに、56は、上記通路42の排出端側に設けられた加工粉回収手段であり、これがマグネット構造を採用したものやフィルタ構造を採用したものが用いられる。

【0065】図7においては、研磨加工中において、上記各粗度判定手段45A、45Bによって工作物31Cの内面および横孔37の内面の粗度を共に判定するとともに、この研磨加工中に上記通路を流下する電気粘性流体中に含まれる加工粉の変化を、二つの検出電極54、55間に流れる電流の変化として電流計46Cにより検出する。

【0066】すなわち、加工粉混入状況測定手段53は、上記電流検出によって、例えば、上記加工粉が上記内面粗度の判定に影響がある電流レベルを超えるか否かを判定する。

【0067】そして、もし加工粉が設定レベルを超えたと判断できる電流値を電流計46Cが検出した場合には、上記加工粉回収手段56が作動して、タンク43へ排出される電気粘性流体中の加工粉を除去するように機能する。

【0068】なお、この実施の形態において、研磨加工の程度は、上記電極23Dや電極23Eに印加する電圧の大きさを調整することにより、また、上記バルブ40、40A、40Bの開度調整による電気粘性流体の流量調節または圧力調節によって、任意に選択できるものである。

【0069】また、時々刻々計測している電流値にもとづいて、以後の必要とする研磨加工量を推定することによって、必要とする電圧値を電極23D、23Eに印加することができる。

40 【0070】そして、これらの各調節機能によって、二以上の研磨加工を同時に開始して同時に終了させることができ、これにより加工能率を上げることができる。

【0071】なお、研磨すべき部位に対して電極23D、23Eの形状を任意に選択してセットすることにより、局部的に特殊形状（パターン）の研磨加工も実現可能である。

【0072】図8は、例えば、コ字状の板61の内面に研磨部62を局部的に形成したものを示し、ここで、63は未研磨部である。

50 【0073】また、加工物は、電極間に挟まれて電場が

印加されておればよく、必ずしも電極の一方を加工物とする必要がなく、従って、金属のほかセラミック、プラスチックなどの非導体に対する研磨加工が可能になる。

【 0 0 7 4 】 図 9 は、このような非導体の研磨装置を概念的に示し、ここでは矩形リング筒状をなす一方の電極 2 3 F 内に、チャンネル状の非導体の加工物 3 1 D を配置し、さらに、この加工物 3 1 D のチャンネル溝内にこのチャンネル溝形状に対応する電極 2 3 G を配置し、これらの各電極 2 3 F、2 3 G 間に電源 2 5 D から電場発生のための電圧を印加するようにしてある。

【 0 0 7 5 】 この態様では、上記電圧の印加によって電極 2 3 F 内に流動させた電気粘性流体の粒子によって、非導体の上記加工物 3 1 D の外側面や内側面を研磨することができる。この場合において、研磨能率を上げる必要がある場合には、上記印加する電圧の大きさや電気粘性流体の種類および圧力を任意に選定することで対応可能となる。

【 0 0 7 6 】 また、この発明では、上記のように加工物 3 1 A ~ 3 1 D とこれらにそれぞれ対応する電極 2 3 C 乃至 2 3 G との間に相対運動を発生させる必要がなく、単に電気粘性流体を流すだけでよい。ため、加工物の加工面が円筒内面、溝面、凹凸面、曲面、入口の狭い容器の内面、異形断面などの細部の研磨のほか、隅部、角部のバリ取りやエッジ加工を容易に実施できる。

【 0 0 7 7 】 また、平面や曲面であってもこれらの必要部位のみの局部的研磨も容易に行えるほか、異なる複数の部位を同時に加工仕上でき、加工物の大きさに関係なく、部品単体の加工、部品組立後の加工を実施できる。さらに、専用の研磨機を用意する必要がなく汎用機を用いて安価に研磨できる。

【 0 0 7 8 】 さらに、電気粘性流体の使用によって、印加電圧の変化に応じて加工の程度を自由にコントロールでき、使用する分散粒子に制約がないため、加工目的に応じて例えば硬度の高い加工材では無機質系分散粒子を用い、硬度の低い加工材や薄い加工材では高分子系分散粒子を用いて所期の加工を実現できる。

【 0 0 7 9 】

【 発明の効果 】 以上のように、請求項 1 の発明によれば、加工物の加工面に晒す電場を発生する電場発生手段を設け、該電場発生手段が発生する電場中に置かれた電気粘性流体を流体流動手段で少なくとも上記加工面に接触するように流動させるように構成したので、電気粘性流体を加工物の加工面に接触するように流動させることによって、この中に混入された粒子のクラスターによって加工面の形状のいかに拘らず、また、導電性材料や非導電性材料の区別なく、能率的かつ確実に研磨、バリ取りなどをローコストに実現できるものが得られる効果がある。

【 0 0 8 0 】 また、請求項 2 の発明によれば、上記電場発生手段を流れる電流値にもとづいて上記加工物の加工

面における表面粗度を判定する粗度判定手段を設けるように構成したので、粗度の判定結果に応じた電圧調整または電気粘性流体の流量調整や圧力調整によって、所期の研磨強度および速度を任意に選定できるという効果が得られる。

【 0 0 8 1 】 また、請求項 3 の発明によれば、上記加工物の加工面を通過した電気粘性流体を介在する二つの検出電極間に電圧を印加し、両検出電極間に流れる電流値にもとづいて上記電気粘性流体に含まれる上記加工物の加工粉の混入状況を測定する加工粉混入状況測定手段を設けるように構成したので、研磨に使用された電気粘性流体の加工粉による汚染度合を自動検出でき、この検出結果に従ってその電気粘性流体の交換を促したり、加工粉の除去作業を促したりすることができるという効果が得られる。

【 0 0 8 2 】 また、請求項 4 の発明によれば、上記加工物の加工面を通過する電気粘性流体に混入した上記加工物の加工粉を回収する加工粉回収手段を設けるように構成したので、研磨に使用した電気粘性流体の再利用を可能にして、運転コストの低減を図ることができるという効果が得られる。

【 0 0 8 3 】 また、請求項 5 の発明によれば、上記加工物を、上記電場発生手段を構成する電場発生のための少なくとも一方の電極とするようにしたので、少ない電力損失にて加工物自体の研磨を効率的に実施できるという効果が得られる。

【 0 0 8 4 】 また、請求項 6 の発明によれば、上記電場発生手段を構成する電場発生のための少なくとも一方の電極を加工物の研磨形状に対応する形状とするようにしたので、上記加工物の加工を必要とする部位のみの研磨を集中して実現できるという効果が得られる。

【 0 0 8 5 】 また、請求項 7 の発明によれば、上記電気粘性流体を、無機質系分散粒子をベースオイルに分散させたものとするように構成したので、硬度の高い加工材をも容易かつ適切に研磨できるという効果が得られる。

【 0 0 8 6 】 また、請求項 8 の発明によれば、上記電気粘性流体を、高分子系分散粒子をベースオイルに分散させたものとするように構成したので、硬度の低い材質や薄い材質の加工材を最適の状態にて迅速に研磨できるという効果が得られる。

【 0 0 8 7 】 また、請求項 9 の発明によれば、電場発生手段が発生する電場中に置かれた電気粘性流体を流動させ、この電気粘性流体に含まれる分散粒子を砥粒としてその電気粘性流体に接触する加工物を研磨するようにしたので、電極や加工物を回転などの相対運動をさせることなく、あらゆる形状の加工面を任意の速度および精度にて研磨、研削できるという効果が得られる。

【 0 0 8 8 】 また、請求項 10 の発明によれば、上記加工物の異なる複数の部位を同時に研磨するようにしたので、同一または異なる加工品の研磨作業の能率を大幅に

向上でき、均一の仕上り面を同時に得られるという効果がある。

【0089】また、請求項11の発明によれば、上記電場を発生する二つの電極間または一つの電極および加工物の間に印加する電圧を可変とするようにしたので、研磨速度および仕上り具合を任意に設定できるという効果が得られる。

【0090】また、請求項12の発明によれば、上記加工物の加工面を通過する電気粘性流体の流動流量を可変とするようにしたので、研磨速度および仕上り具合を任意に設定できるという効果が得られる。

【0091】また、請求項13の発明によれば、上記加工物に二以上の異なる研磨加工を同時に開始し、上記加工物の各表面粗度の測定結果にもとづいて上記電場発生のための各印加電圧をコントロールして上記研磨加工を同時に終了させるようにしたので、研磨加工の能率化と加工時間の管理を統一化できるという効果が得られる。

【0092】また、請求項14の発明によれば上記加工物に二以上の異なる研磨加工を同時に開始し上記加工物の各表面粗度の測定結果にもとづいて上記電気粘性流体の流動流量をコントロールして上記研磨加工を同時に終了させるようにしたので、研磨加工の能率化と加工時間の管理を統一化できるという効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の一形態による研磨装置を示す概念図である。

【図2】この発明による研磨方法の原理を示す説明図である。

【図3】この発明による研磨方法の原理を示す説明図である。

【図4】この発明の実施の一形態による研磨方法を示す

説明図である。

【図5】この発明の実施の他の形態による研磨装置を示す概念図である。

【図6】図5に示す粗度判定手段の判定基準に利用する特性図である。

【図7】この発明の実施の他の形態による研磨装置を示す概念図である。

【図8】この発明の実施の他の形態による研磨方法を示す説明図である。

【図9】この発明による非導体の加工物に対する研磨方法を示す説明図である。

【図10】一般の電気泳動現象を示す説明図である。

【図11】従来の電気泳動による研磨装置を示す概念図である。

【図12】図11に示す研磨装置による研磨加工の原理を示す説明図である。

【図13】従来の電気泳動による他の研磨装置を示す概念図である。

【図14】図13に示す研磨装置による研磨加工の原理を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

31, 31A, 31B, 31C, 31D 加工物

P 電場発生手段

Q 流体流動手段

23, 23A, 23B, 23C, 23D, 23E, 23

F 電極

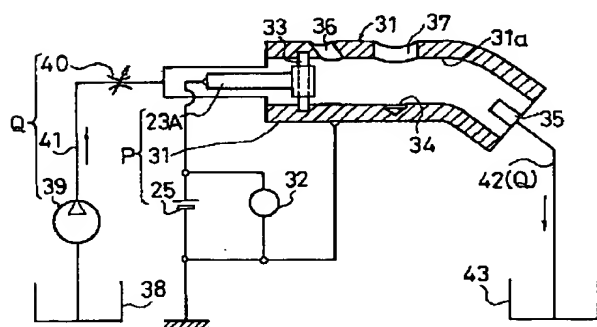
45, 45A, 45B 粗度判定手段

53 加工粉混入状況測定手段

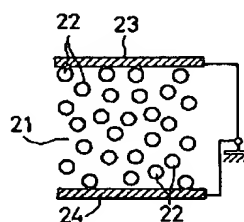
54, 55 検出電極

30 56 加工粉回収手段

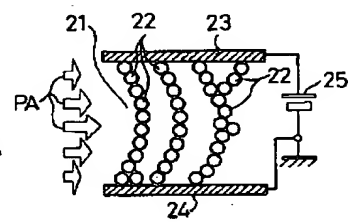
【図1】



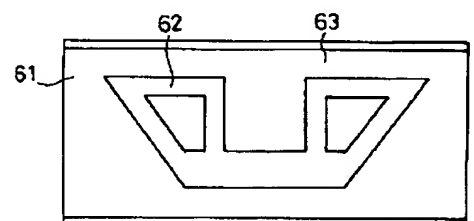
【図2】



【図3】

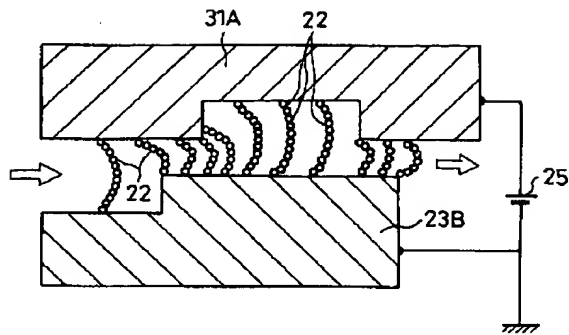


【図8】

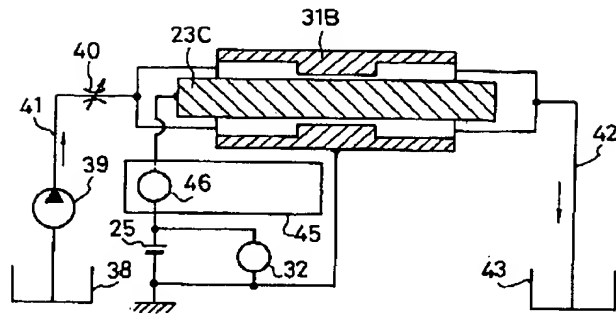




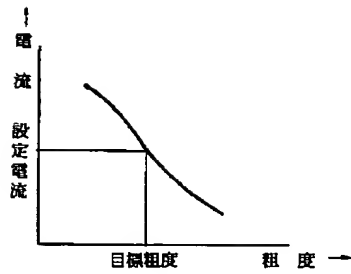
【図 4】



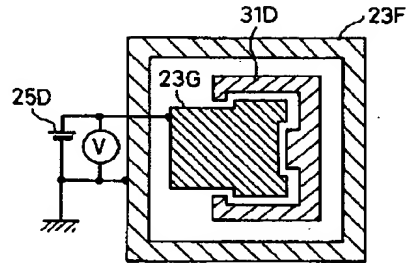
【図 5】



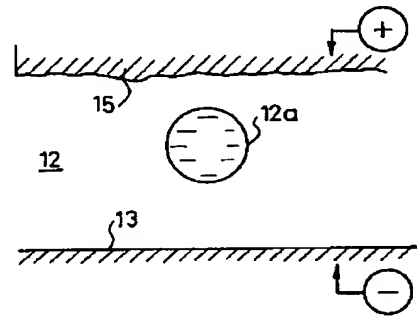
【図 6】



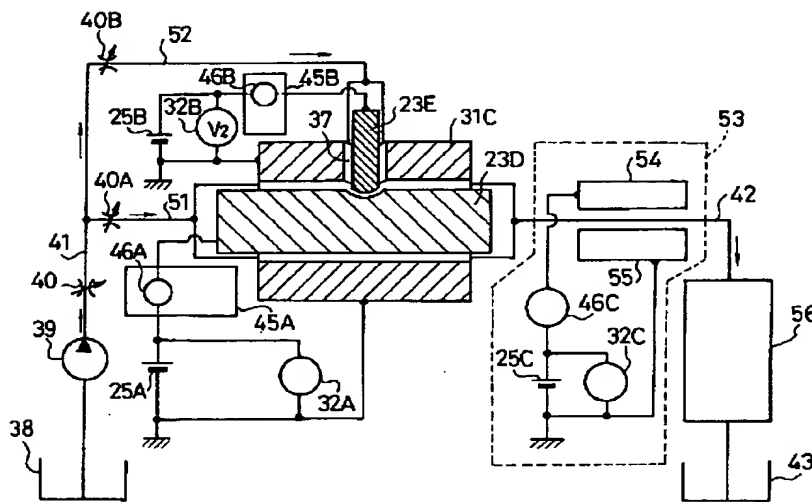
【図 9】



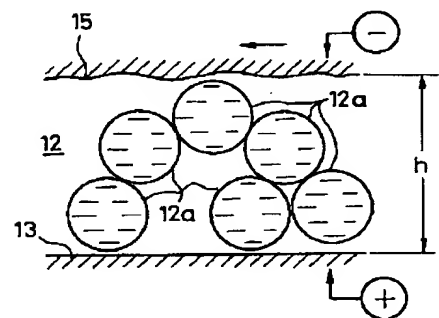
【図 12】



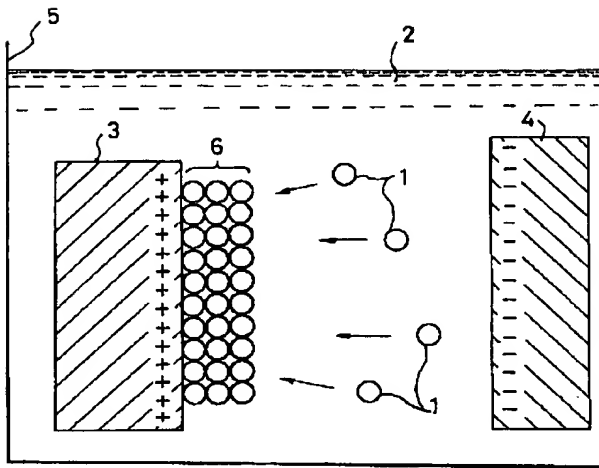
【図 7】



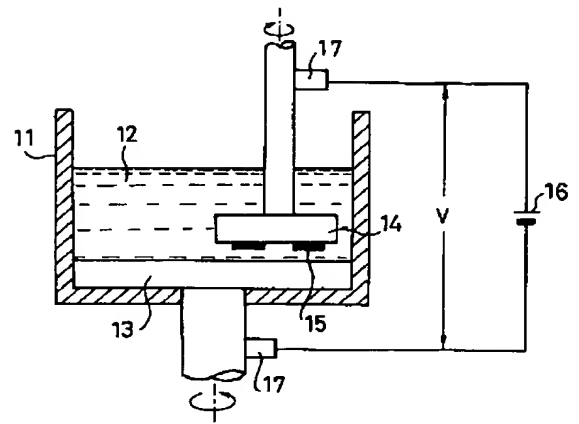
【図 14】



【図 1 0】



【図 1 1】



【図 1 3】

